هندسة الميكانيك العام

السنة الثانية

تتمة اختبارات المعادن
بنية الخلائط المعدنية

د.حسن هدلة

علم المواد

اختبار التعب

- يسمى كسر المادة تحت تأثير إجهادات ترددية متكررة بالكسر التعبي
- تسمى مقاومة المادة لهذه الأحمال بمقاومة التعب
- **س:** عرف حد التعب ((حد الصمود)) للمادة

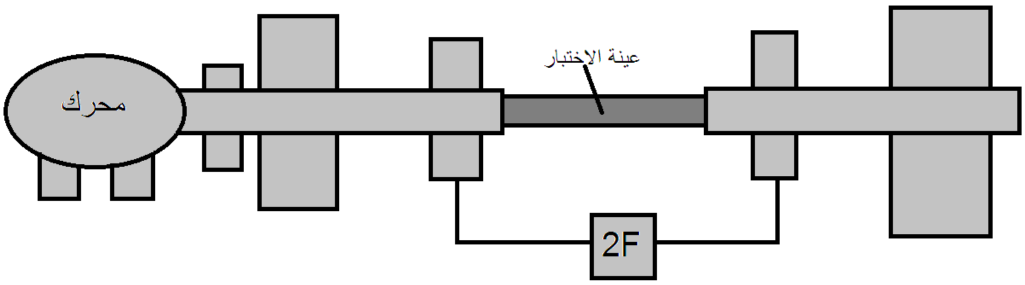
ج: هو أكبر إجهاد تتحمله المادة تحت تأثير أحمال متكررة

- عادة يجري اختبالضغط:ب على عينات تتعرض لحمولات كروية ترددية ((تدورالعينة و يدور الحمل معها))فإن كانت تلك العينات فولاذية فتتعرض لخمس ملايين دورة بينما العينات اللافولاذية تتعرض لعشرين مليون دورة

طرق اختبار التعب.

1. **طريقة الشد أو الضغط :** حيث يتم تحميل العينة بقوى شد في الاتجاه الطولي ((عادة يجري ذلك في آلات تشبه آلات اختبار الشد)) و من ثم رفع هذه الحمولة بعد فترة من الزمن تقدر بالأشهر
2. **طريقة الانحناء الدوراني :**

الغاية من حد التعب هي من جهة معرفة حد الصمود للمادة المختبرة و من جهة معرفة عمر القطعة المصنوعة من هذه المادة فيما لو حملت بإجهاد ما



يتم العثور على حد الصمود من خلال دراسة منحني مولر و الذي يتم إنشاؤه بأخذ عدة عينات بالشكل الآتي

a) يتم تحميل العينة الإجهاد σ_1 فتنكسر بعدد دورات قدره N_1

b) يتم تحميل العينة الإجهاد $\sigma_1 > \sigma_2$ فتنكسر بعدد دورات قدره $N_2>N_1$

c) يتم تحميل العينة الإجهاد $\sigma_2 > \sigma_3$ فتنكسر بعدد دورات قدره $N_3>N_2$

و هكذا حتى نحمل العينة الإجهاد σ_F الذي لا تنكسر عنده العينة أياً كان عدد الدورات

و بذلك نحصل على المخطط الآتي

اختبار الزحف

س: عرف اختبار الزحف:

ج: هو الاستطالة الحاصلة بالمادة نتيجة تعرضها لأحمال ثابتة خلال فترات زمنية طويلة ويتأثر بعاملين أساسيين هما درجة الحرارة والزمن.

يزداد الزحف بازدياد درجة الحرارة ويختلف من معدن لآخر فعلى سبيل المثال إن الحديد لا يتأثر بالزحف في درجات حرارة دون $425°$ بينما الرصاص والزجاج يتأثران بالزحف في درجات الحرارة العادية وهذا ما نلاحظه في بلّور نوافذ البيوت حيث مع العمر الزمني نلاحظ أن سماكة الزجاج في الأسفل أقل مما هي عليه في الأعلى إذ تأثر الزجاج باختبار الزحف إن هذا الاختبار هام جداً للمعادن التي تتعرض لدرجات حرارة عالية مثل زعانف التوربينات في الطائرات والمفاعلات النووية ومركبات الفضاء حيث أن تجاهل هذا الاختبار يؤدي إلى نتائج كارثية مستقبلاً

فتجاهل اختبار التوربينات يمكن أن يؤدي إلى استطالة غير متوقعة لها بالتالي ارتطامها بالعلاقة:يحدث التواء في الزعانف وتحطمها بالتالي انهيار الطائرة و كذلك الأمر بالنسبة لمركبات الفضاء و المفاعلات النووية

يتم دراسة اختبار الزحف في الآلة التالية :

فنحصل على المخطط الآتي

- في المنطقة (1) يحدث فيها زحف سريع ثم يبدأ بالتناقص مع الزمن حيث قيمة الانفعال تعطى بالعلاقة : $\boldsymbol{\varepsilon} = \alpha \log t$

حيث α: معامل يتعلق بنوع المادة وt: درجة الحرارة

ملاحظات:المنطقة بمنطقة الزحف اللوغاريتمي

- في المنطقة (2) يحدث فيها زحف منتظم نسبيا بعلاقته مع الزمن حيث

$$\boldsymbol{\varepsilon} = K \times t$$

- المنطقة (3) تبدأ عند ظهور تشققات بالمادة التي تزداد مع تناقص بمساحة المقطع

ملاحظات :

1. يجب إجراء التجربة لفترة زمنية طويلة و عدم الاعتماد على التجارب التي أجريت لفترات زمنية قصيرة لأن ذلك لا يعبر عن طبيعة المادة
2. يزداد معدل الزحف بازدياد درجة الحرارة كما يزداد بازدياد الحمل المطبق على المادة
3. يتم اختبار الزحف تحت تأثير إجهاد شد يوضع في محور العينة الموضوعة في الفرن كالشكل الموضح أعلاه و تكون درجة حساسية جهاز قراءة الاستطالة : $1\times10^{-8}{}_{strain/h}$ نظراً لأن الانفعال في هذه الحالة صغير جدا

الاختبارات اللاإتلافية

ميزات المواد اللاإتلافية :

- عدم الهدر في المنتج وإتلافه
- الكشف عن العيوب من البداية مما يساعد على توفير الوقت و الجهد و حماية الانسان من الكوارث
- معظم هذه الاختبارات سهلة لا تحتاج لأجهزة معقدة
- يمكن إجراء الاختبار في موقع العمل
- تعطي النتائج مباشرة
- التأكد من صلاحية المنتج ليس من الشكل الخارجي فقط وإنما من الشكل الداخلي أيضا

- يمكن من خلال هذه الاختبارات التأكد من مطابقة العينة للمواصفات القياسية

بنية الخلائط المعدنية وكيفية إنشاء مخطط الاتزان الحراري

المادة في الطبيعة تتواجد بثلاث أشكال:

1. **غازية:** وهي الحالة الأقل استقرارا حيث إن المادة تحاول ملئ الفراغات الموجودة فيها وكمثال نأخذ العطر حين يرش يملأ الغرفة
2. **سائلة:** وهي حالة وسط بين الحالة الغازية والصلبة إذ أن المادة تأخذ شكل الإناء الموجودة فيه
3. **الصلبة:** وهي المادة الأكثر استقرارا حيث إن ذرات المادة ترتبط فيما بينها بروابط الكترونية يحدث فيما بينها تنافر وتجاذب تؤدي لاتزان المادة
وبشكل عام إن بنية المادة تتأثر بقوى التنافر والتجاذب ويمكن أن يكون الارتباط الذري إما:

- أيونياً.
- عن طريق الرابطة المشتركة .
- عن طريق الرابطة المعدنية .

إن المعادن نادراً ما تستخدم بشكل نقي وذلك لأن استخداماتها الصناعية تكون محدودة

في حالات خاصة نحتاج لمعادن نقية كالألمنيوم بالحريرات والنحاس من أجل صناعة الأسلاك الكهربائية و استخدام الرصاص كواق ضد الأشعة الذرية واستخدام الذهب من أجل سحب أسلاك متناهية في المقطع

و غالباً ما يتم استخدام الخلائط المعدنية التي هي عبارة عن معادن نقية أضيف إليها بعض العناصر السبائكية مثل(النحاس ، الكروم ، النيكل ، الفانديوم ، الكوبالت ، التيتانيوم)بهدف الحصول على خصائص ميكانيكية جيدة لم تكن تتوافر في المادة النقية مثل (المتانة ، مقاومة التآكل الحتي ، القساوة ، مقاومة التآكل ضد العوامل الجوية)

و تسمى السبيكة ثنائية عندما تتألف من معدنين و ثلاثية عندما تتألف من ثلاث معادن

يمكن أن تتألف السبيكة من (معدن +معدن) أو (معدن + لا معدن)

نقول عن سبيكة أنها معدنية عندما تكون المادة الأساسية هي معدن

أشكال الارتباط في الخلائط المعدنية :

يمكن أن يكون بعدة أصناف :

1) مزيج ميكانيكي

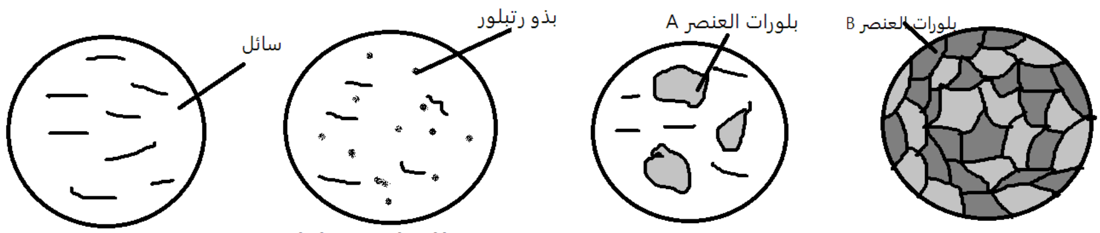
2) مركب كيميائي

3) ذوبان أحد العناصر في الآخر

4) حالة مركبة من (مزيج ـ مركب) (مزيج ـ ذوبان) ....

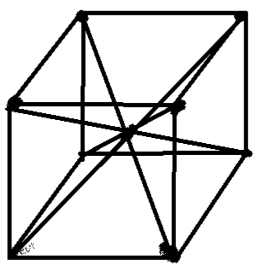
1. المزيج الميكانيكي :

لو صهرنا عنصرين $(A + B)$ ببوتقة نجد حالت تجانس بين هذين العنصرين بالحالة السائلة ولا يمكن التمييز بينهما أما عند التبريد فنلاحظ انفصال بلورات العنصر A عن العنصر B بشكل كامل كما في الشكل



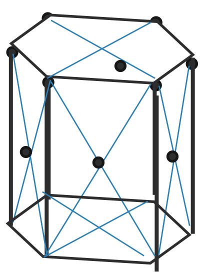
ملاحظة : الحالة البلورية للمادة تأخذ شكل بناء مؤلف من آجر كل طوبة في هذا الجدار تمثل هيكل شبكي مؤلف من عدد من الذرات نسبته 90% من المعادن و تؤخذ بالأشكال التالية :

مكعب متمركز حجمياً :



مكعب متمركز وجهياً :

سداسي متزاحم الذرات :

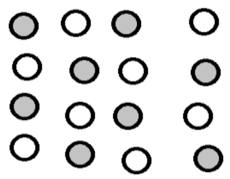


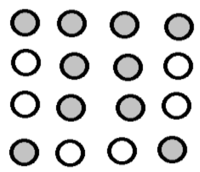
2. مركب كيميائي :

نحصل على مركب بالشكل (A_mB_n) على سبيل المثال :
الهدف من هذا المركب هو الحصول على خليطة جديدة$(Fe_4B_2 , Mg_2Si ,, Mg_2Sn)$ تملك خصائص ميكانيكية غير متوفرة في العناصر المكونة لها إضافة إلى تحسين درجة انصهار المادة

3. ذوبان أحد العناصر بالآخر

هي عبارة عن حالة لا يمكن التمييز بين العناصر المعدنية في الخليطة بالحالة السائلة و لا الصلبة و يحصل انحلال كامل بين العنصرين مثال (الذهب – بلاتين) , (حديد – نيكل) , (ذهب – ريديوم)
وهو نوعين : تبادلي و داخلي
التبادلي: يقسم إلى منتظم و غير منتظم





و نقول عن المادة أنها مذيبة إذا كانت :
كميتها أكبر بالخليطة
إذا حافظت على شكل هياكلها الشبكية بعد التجميد

وحتى يحدث ذوبان كامل لأحد العناصر يجب يتحقق ما يلي :

1. يجب أن يكون التباين في أنصاف الأقطار لذرات كلا المعدنين لا يزيد عن (14-15%) أما سبائك الحديد فهذا التفاوت لا يتجاوز 9%
2. المحافظة على نفس الهياكل الشبكية
3. التكافؤ متساوي لكلا المعدنين أو أنهما قريبان من بعضهما في الجدول الدوري

التداخلي : يمكن أن يحصل بالحالة الصلبة أو السائلة على سبيل المثال عند تقسية مسنن نقوم بوضعه في فرن يحوي على الكربون (هيدروكسيد الكربون) عند الدرجة $90c°$ فيتغلغل الكربون على سطح المسنن و يؤدي إلى التقسية السطحية مع الحفاظ على المتانة الداخلية للمعدن.

انتهت المحاضرة.....

نرجو ان تكونو قد استفدتم....